

[Allocution prononcée par le Président, le Professeur Ch. Hanocq, en vue d'introduire la présentation des mémoires publiés lors des deux Journées de la Turbine à gaz, organisées à Liège les 29 et 30 avril 1954, sous le Patronage de la Foire Internationale de Liège, du Comité Belge de la Turbine à gaz, de la Société Belge des Mécaniciens et de la Section de Liège de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège (A. I. Lg.).]

nombreuses pour les englober dans la place disponible.

Le premier but a été d'attirer l'attention sur la longue et coûteuse période d'étude d'un moteur d'avion et d'émettre des suggestions illustrées par des exemples simples de la pratique, de moyens de raccourcissement et de diminution de prix du travail.

Pour résumer je voudrais dire que le but doit être :

1) Plus complet contrôle aux instruments des moteurs aux bancs d'essais dans les tout premiers stades du fonctionnement.

2) Coordination des différents test-rigs avec les conditions du moteur complet. Par exemple, les test-rigs combustion.

3) Beaucoup plus d'essais sur les test-rigs avant de commencer la fabrication de pièces de moindre importance.

4) Utilisation d'essais en vol pour établir ou confirmer les performances du moteur en altitude.

Finalement, je désire remercier le « Ministry of Supply » pour son autorisation de présenter cet exposé et la société Rolls-Royce pour les informations qu'il contient.

ALLOCUTION

prononcée par le Président, le Professeur Ch. HANOCQ ⁽¹⁾

Messieurs,

La Société Belge des Mécaniciens, grâce à la collaboration dévouée d'un de ses membres les plus jeunes et les plus éminents, M. Jaumotte, a osé se donner pour tâche d'organiser deux journées d'études sur la Turbine à gaz.

Elle s'est trouvée d'accord avec la Section de Liège de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège, pour placer ces journées dans le cadre des réunions scientifiques qui accompagnent chaque année, la manifestation technique considérable qu'est, pour le pays et plus particulièrement pour la région liégeoise, la Foire internationale des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de l'Electricité.

C'est ainsi que nous sommes réunis aujourd'hui dans les locaux de l'A. I. Lg. mis gracieusement à notre disposition.

Le Président, M. Molle, en raison d'une mission à l'étranger, n'a pu être présent pour ouvrir cette première séance ; il m'a chargé de le remplacer. J'ai ainsi le grand privilège de pouvoir saluer, au nom de la Société Belge des Mécaniciens, MM. les Délégués des pays voisins et amis qui ont bien voulu accepter de se déplacer pour nous apporter le fruit de leurs recherches et de leurs observations dans le domaine de la turbine à gaz.

Ce sujet est à l'ordre du jour entre tous, dans le monde des techniciens de la mécanique, et nos remerciements chaleureux doivent aller aux Délégués et aux Membres de notre Société qui ont accepté de collaborer à la réussite de cette manifestation technique.

Venant d'ingénieurs qui ont été à la tâche ou qui ont été mêlés, de près, aux recherches dans

ce domaine, entre tous, difficile, je ne doute pas que ces communications retiendront l'attention des personnalités dont la mission est d'orienter les investissements dans les industries qu'elles dirigent.

Au lendemain de la guerre, sous l'influence de notre regretté collègue et ami, Jadot, et de son collaborateur de la première heure, M. Jaumotte, diverses missions d'information avaient été organisées sous les auspices de l'I. R. S. I. A. ; M. le professeur Malschaert avait été rapporteur pour la Suisse, M. le professeur Jadot pour les Etats-Unis, M. le professeur Jaumotte pour la France, M. le professeur Coppens pour l'Angleterre. La publication de ces rapports avait permis de faire le point et de renseigner les industriels belges sur l'état des réalisations à l'étranger, à cette époque.

Avec l'appui de l'I. R. S. I. A., fut fondé en 1947, le Comité belge de la Turbine à gaz, qui groupait 17 industries belges.

Jadot apporta une grande partie de son activité à cette œuvre, convaincu que son pays ne pouvait rester à l'écart de cette grande entreprise.

Malheureusement, la guerre avait mis les constructeurs belges dans l'impossibilité de se rendre compte des progrès réalisés dans ce domaine, à l'étranger, et surtout de s'y intéresser ; ce décalage de cinq ans ruinait selon eux, les espérances et c'est ainsi que le Comité limita sa mission à partir de 1951, « à tenir au courant les personnes intéressées de l'évolution du problème de la Turbine à gaz ».

Il semble qu'aujourd'hui on puisse utilement refaire le point, étant donné que les réalisations d'après-guerre, ont pu subir l'épreuve industrielle de plusieurs années d'exploitation et que, aux difficultés d'exploitation qui se sont pré-

⁽¹⁾ En vue d'introduire la présentation des mémoires précédents.

sentées, il a été possible d'apporter des remèdes efficaces.

Je ne voudrais pas abuser de vos instants précieux, ni retarder le moment où les conférenciers inscrits pourront prendre la parole, mais il me semble que je mettrais en valeur leur exposé si j'abordais à grands traits, dans cette allocution, ce que je pourrais appeler la préhistoire de cette difficile invention, une préhistoire qui irait de 1900 à 1935 pour fixer les idées.

Il y a cinquante ans, à un an près, je prenais part au Congrès de Mécanique appliquée qui se tenait à Liège à l'occasion du 75^e anniversaire de l'Indépendance de la Belgique; et ce fut l'occasion pour moi d'entendre les pionniers français, suisses et allemands, parler non seulement des réalisations déjà étonnantes de la turbine à vapeur mais des premiers résultats obtenus dans les toutes premières recherches sur la turbine à gaz.

Tous entrevoyaient les difficultés de réalisation et l'importance des capitaux à engager dans cette lutte avec la matière. L'avenir se chargea de montrer qu'ils avaient encore sous-estimé l'importance du mur à franchir.

Rudolph Barcow, ingénieur à Charlottenburg, voyait la solution dans la turbine à combustion avec récupération de la chaleur perdue à la sortie, mais il se contentait, en dehors de quelques calculs de base, d'un projet schématique qui pourrait encore servir aujourd'hui à représenter, dans son principe, la turbine définitive du type à cycle ouvert : le compresseur était du type axial directement lié au rotor d'une turbine d'action multicellulaire; mais les formes esquissées pour l'aubage du compresseur montraient que l'auteur était loin de se rendre compte des possibilités.

Ainsi présentée, l'idée n'avait aucune valeur d'application, puisque l'auteur s'en tenait à des formes et à des simplifications qui ne pouvaient se concevoir qu'à la condition de disposer de matériaux à très haute résistance pour de très hautes températures, c'est-à-dire de matériaux qui font encore défaut aujourd'hui.

Si la solution proposée par Rudolph Barcow restait d'aspect purement théorique, celle d'Armangaud Lemale présentée par René Armangaud avait le caractère d'une réalisation expérimentale, sous la forme d'une turbine à combustion.

Les inventeurs français n'avaient abordé cette réalisation qu'après avoir tâté, il est vrai, de la solution par turbine à explosion.

Les essais avaient été poursuivis avec une roue de turbine à vapeur Laval, en utilisant pour la compression du fluide comburant, un compresseur à piston; il ne s'agissait bien entendu que d'un compresseur d'air car la turbine restait

évidemment dans cette période d'essais, une turbine à combustible liquide.

Le refroidissement de l'aubage était obtenu par un écoulement de vapeur surchauffée sortant d'un serpentin qui entourait la chambre de combustion.

En possession des résultats d'essais, les auteurs crurent avoir trouvé les éléments nécessaires à la supputation du rendement d'un groupe de 600 à 800 chevaux du type à combustion alimenté par un compresseur multicellulaire Rateau. Ce compresseur à haut rendement, comportant trois corps qui formaient un ensemble d'au moins une vingtaine de roues en tension, donnait au groupe un aspect assez encombrant.

Les expériences furent malheureusement décevantes. Sans récupération à la sortie, le rendement thermique d'ensemble ne dépassait pas 6 %.

Ce résultat, très inférieur à celui prévu, était dû non seulement au mauvais rendement de la turbine (0,60), qui ne pouvait comporter qu'un étage de pression avec une vitesse périphérique trop faible, mais surtout au mauvais rendement du compresseur à refroidissement interne qui, en compression isothermique, ne pouvait certainement pas dépasser 0,65.

Il apparaissait ainsi à l'évidence qu'il n'était possible de résoudre le problème qu'à la condition :

- 1) de pouvoir maintenir dans l'aubage des températures suffisamment hautes pour assurer un rendement plus élevé de la turbine à multiples chutes de pression;
- 2) de disposer d'un compresseur du type axial à très haut rendement et de très grande puissance, pour pouvoir utiliser de grands excès d'air.

Pour tourner ces difficultés, les constructeurs allemands reprirent la solution de la turbine à explosion qui n'exige qu'une compression préalable très faible, sous refroidissement interne du compresseur.

Le refroidissement de l'aubage pouvait être obtenu par un balayage des chambres d'explosion à la fin de la détente, au moyen d'un excès d'air qui n'absorbait qu'une faible quantité d'énergie.

L'utilisation de l'énergie par un écoulement brusque à travers les tuyères et l'aubage, dans un temps très court, des produits de la combustion, n'affectait pas dangereusement le rendement.

Il fallait toutefois pour atteindre un rendement d'ensemble de l'ordre 0,23, utiliser la chaleur des produits de combustion à la sortie, dans une chaudière à vapeur, laquelle fournissait le fluide nécessaire à l'alimentation du groupe turbine à vapeur-compresseur.

Il semblait, à ce moment, que la solution industrielle était proche. En passant à des unités plus élevées, de l'ordre de 5000 chevaux, on pouvait espérer réaliser des rendements de 0,28, ce qui aurait permis de retrouver à peu de choses près le rendement de moteurs à gaz de hauts fourneaux, du type à piston.

Malheureusement, la complication mécanique était telle qu'à rendement même égal, il n'y avait aucune raison de donner la préférence à la turbine à gaz :

Sept chambres d'explosion avec trois soupapes par chambre, dont deux commandées; un groupe à vapeur de récupération tout cela formait un ensemble assez hétéroclite encombrant et coûteux, d'entretien et d'installation.

Peu d'années après 1918, des propositions de fourniture étaient faites à la Société Métallurgique du Hainaut qui avait à la tête de son service technique, un grand ingénieur belge, Bailly, l'homme du moteur à gaz de 10.000 chevaux, réalisé par la Société Cockerill.

Des pourparlers se poursuivirent qui portaient sur les questions de rendement et de garanties, puis l'affaire fut abandonnée. La société de construction allemande cessa peu après la lutte, après avoir consacré un grand nombre d'années de travail de ses meilleurs techniciens et engagé dans cette recherche, des capitaux considérables.

Cet échec ramena l'attention sur la turbine à combustion : c'est l'heure de la S^te Brown-Boveri qui a mis au point un compresseur axial à haut rendement et qui pour utiliser une turbine également à haut rendement du type à réaction à multiples étages, envisage de refroidir le flux à une température suffisamment basse en la faisant passer au préalable à travers le faisceau tubulaire d'une chaudière à vapeur.

On connaît la surprise : les échanges avec les parois furent tellement activés par la pression du flux et par sa grande vitesse d'écoulement que l'énergie disponible fut transformée presque totalement au sortir de la chaudière en énergie calorifique contenue dans la vapeur.

Les essais aboutissaient ainsi à la mise au point d'un nouveau type de chaudière que l'on a appelé la chaudière *Velox*.

Le fruit de telles recherches n'était toutefois pas perdu : les rendements accusés par le compresseur et par la turbine, permettaient d'envisager l'emploi d'un grand excès d'air, trois, quatre fois et plus, la quantité nécessaire, ce qui suffisait à abaisser la température du flux à l'entrée de la turbine au point de pouvoir faire fonctionner celle-ci avec la même sécurité qu'une turbine à réaction à vapeur, travaillant avec forte surchauffe.

Cette fois, on tenait la solution.

Sans doute, le rendement était encore un peu faible, mais en remontant la température à l'entrée, en utilisant des matériaux susceptibles de supporter avec sécurité des tensions suffisamment élevées, sans entrer dans la période de vieillissement trop rapide, on allait rejoindre le rendement du moteur avec un ensemble relativement simple et pas trop coûteux d'entretien.

Je ne poursuivrai pas cet exposé car nous sommes arrivés à la période moderne, à l'histoire qui va vous être contée par les conférenciers d'aujourd'hui.

Mais mon exposé aura permis à ceux qui n'ont pas vécu cette période déjà ancienne (à la vitesse où l'on vit, 1900 à 1930 est très loin), de mesurer le gigantesque effort fourni par les ingénieurs et par les firmes privées qui les ont occupés, faisant intervenir tous les progrès réalisés dans les différents domaines de la technique, de la métallurgie, de la technologie, de la métrologie, de la machine-outil, sans parler des progrès dans le domaine de la science : la thermodynamique et l'aérodynamique.

Cette lutte épique qui conduisit au triomphe de cette super-technique qu'est le turbo-réacteur, fille prestigieuse de la turbine à gaz, fait grand honneur à notre corporation, non seulement à ses ingénieurs mais à ses dirigeants qui, bien qu'opérant en système capitaliste, qui, comme chacun le sait est le régime du profit, savent travailler à longueur de dizaines d'années pour un profit si différé qu'il finit par devenir le profit de la communauté.

C'est l'heure où les grands groupements de la Métallurgie et de l'Electricité vont avoir à examiner les possibilités d'application de cette nouvelle conquête; vous serez d'accord, j'en suis sûr, avec moi pour que je propose à M. Bochkoltz de prendre la présidence effective de cette séance du matin.

M. Bochkoltz est directeur-général de l'Industrie belge d'Electricité et président de la Sous-Commission Turbine à gaz de la Commission d'orientation des Recherches scientifiques, dans les Fédérations professionnelles des producteurs et distributeurs d'électricité. Vieil ingénieur dans ce domaine, ayant connu tous les rouages de cette organisation de base qu'était, à l'origine, l'Union des Centrales, il connaît personnellement un grand nombre des conférenciers inscrits et il représentera avec autorité ceux qui peuvent devenir en Belgique les utilisateurs de la turbine à gaz.

Je le prie donc de bien vouloir prendre place à cette tribune.

P. 232/1

REVUE UNIVERSELLE
DES
MINES, DE LA METALLURGIE,
= DES TRAVAUX PUBLICS, =
DES SCIENCES ET DES ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE

97^{me} ANNÉE

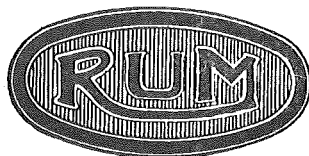
Annuaire de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège
A. I. Lg.

Revue paraissant le 15 de chaque mois
Publication effectuée sous la direction du Comité Scientifique de l'A. I. Lg.

1954

(9^e SÉRIE - TOME X) N°12

Rédaction et Administration : 12, Quai Paul Van Hoegaerden, LIÈGE



**SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE BELGIQUE**

Secrétariat :
7, Place du 20 Août, 7
B - 4000 LIÈGE